Linzer biol. Beitr.	8/1	79-94	21.3.1976

METHODE ZUR EINGLIEDERUNG VON POSTGLAZIALEN MOORPROFILEN INS ABSOLUTE ZEITSYSTEM

von

Friederike HOLZNER, Botanisches Institut der Universität für Bodenkultur, Wien

Einleitung:

Die vorliegende Arbeit ist ein Teil aus der Dissertation "Die Vegetationsgeschichte des Moores Garanas (Koralpe, Steiermark)", die im Dezember 1975 an der Universität Wien eingereicht wurde.

Das Moor Garanas ist ein in 1300 m ü.A. gelegenes Hochmoor mit ca. 40 000 m^2 Fläche, von dem ständig Torf abgebaut wird. Aus der bis 3 m mächtigen Torfstichwand wurden zwei Schachtelprofile entnommen.

Das Moor ist auf dem nährstoffarmen, sandig-grusigen Verwitterungsprodukt der Koralpen-Gneis-Glimmerschiefer in einer sanften Mulde entstanden. Die Profile bestehen von Grund auf aus *Sphagnum magellanicum*-*Eriophorum*-Torf. Der Erhaltungszustand der Pollenkörner ist gleichmäßig gut. Eine C^{14}-Datierung+) aus dem Moorgrund ergab ein Alter von 4410 Jahren, bzw. 2460 v.Chr.

+) Für diese Datierung danke ich Herrn Prof.BERDAU, Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg.

1. Die Pollendichte

1.1. Grundlegendes:

Die Anzahl der Pollenkörner pro Volumseinheit Torf, die absolute Pollendichte, hängt im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

von der Anzahl der pro Flächeninhalt innerhalb einer bestimmten Zeit eingewehten Pollenkörner,

von der Geschwindigkeit des Torfzuwachses.

Bei gleichbleibend dichtem Pollenniederschlag und konstanter Torfzuwachsrate bleibt die Anzahl der Pollenkörner pro Volumseinheit Torf gleich, sie wird aber umso größer, je geringer und umso kleiner, je höher die Zuwachsrate des Torfes ist. Die Zuwachsrate ist Torfzuwachs pro Zeiteinheit, gemessen in der Vertikalen. Humifizierungs- bzw. Zersetzungsgrad und die Dichte der Torfsubstanz stehen damit in Zusammenhang: unter trockeneren mehr oder weniger aeroben Bedingungen langsam gewachsener Torf hat einen höheren Zersetzungsgrad als unter nassen anaeroben Bedingungen entstandener Torf. (Dieser letzten Überlegung entsprechende Untersuchungsergebnisse konnten bei OVERBECK (1947) gefunden werden; vgl. auch AARIO (1940). In trocken und langsam entstandenem Torf wird die Pollendichte höher sein als in rasch gewachsenem Torf. Eine Ausnahme bildet hier aber z.B. der unter nassen und kalten Klimaverhältnissen langsam entstandene Torf. Dieser Fall dürfte in unseren Breiten selten eingetreten sein und müßte durch niederen Zersetzungsgrad und relativ hohe Pollendichte nachzuweisen sein.

1.2. Die relative Pollendichte, Methodisches:

Die relative Pollendichte wurde, um Fehler möglichst klein zu halten, mittels einer Zellzählkammer (Fuchs-Rosenthal, Maße der Kammer: 16 mm^2 mal 0,2 mm Tiefe) ermittelt. Dazu wurden mit einem Korkbohrer (konstanter Durchmesser) Proben aus den vom Schachtelprofil II erhaltenen Torfziegeln

(mit immer denselben Maßen) entnommen, acetolysiert (ERDTMAN 1936), der gut abgetropfte Rückstand wurde mit Glyzerin auf 0,4ml Gesamtvolumen aufgefüllt (große Genauigkeit konnte durch Zentrifugenröhrchen mit Meßeinteilung erreicht werden) und in der Zählkammer ausgezählt. Die Pollenzahl pro mm^3 Suspension, die relative Pollendichte, wurde sodann errechnet.

2. Methode

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß in der Anzahl der Pollenkörner pro Volumseinheit Torf, in den Pollendichtewerten (auch denen der relativen Pollendichte), vorläufig einmal relativ die Zeitskala steckt. Dies ist meines Wissens bisher kaum beachtet worden (Ansätze zu diesen Überlegungen sind z.B. in WELTEN (1952) zu finden). Die Pollendichtewerte wurden nur herangezogen, um das Spät- vom Postglazial zu trennen. Genauere Untersuchungen der Pollendichte im Postglazial schienen hingegen zwecklos und die Bestimmung der relativen Pollendichte ohne große Bedeutung (vgl.WELTEN 1944; 1952, S.18,19).

Die Pollenproduktion und damit der Pollenniederschlag im Postglazial darf in bewaldeten Gebieten im langjährigen Mittel als konstant angenommen werden. Dies umso mehr, als man in der Praxis für Analysen durchschnittlich 1cm Profilhöhe verwendet, was einem Zeitabschnitt von mindestens 5 Jahren bis mehreren Jahrzehnten entspricht (vgl.Torfzuwachsraten Tab.1). Einwände gegen die Annahme eines gleichbleibenden Pollenniederschlages im Postglazial sollen einstweilen vernachlässigt werden (vgl.Kap.2.1.). Es müßte also möglich sein, mit den Pollendichtewerten und einem einzigen C^{14}-Datum unter bestimmten Voraussetzungen jede Profillage eines Moorprofiles absolut zu datieren.

Theoretisch muß auch der Zersetzungsgrad die Zeit enthalten, die der Torf zum Wachsen benötigte. Es scheint aber

der Pollenniederschlag das verläßlichere Zeitmaß zu sein. Unvorhersehbare Ausnahmefälle, wie zum Beispiel der in Kapitel 1.1. beschriebene, sind bei der Torfzersetzung zu erwarten. Allein die Überlegung, daß verschiedene Sphagnumarten (zartere und robustere) sich bei gleichen Bedingungen bezüglich ihrer Zersetzung verschieden verhalten müssen, läßt an der Brauchbarkeit der Zersetzungsgradwerte für eine absolute Datierung zweifeln. Überlegt man weiters, ob die Torfzersetzung zeitlich linear abläuft, so ist viel eher wahrscheinlich, daß dies nicht der Fall ist. Zumindest im stärker zersetzten Torf dürften sich bedeutende Unsicherheiten ergeben.

Mir standen die Werte der relativen Pollendichte von Profil II zur Verfügung, die erarbeitet worden waren, um die Humosität nach L.v.POST (1924) weiter zu differenzieren. Diese wurden nun auch dazu verwendet, das Profil ins absolute Zeitsystem einzugliedern.

Folgende Berechnungen sind aus Tabelle 1 genau zu ersehen:

Die Pollendichtewerte wurden summiert. Jedes Pollenkorn in der Summe wurde als Teil aufgefaßt. Das Profil enthält je nach Wachstumsgeschwindigkeit verschieden verteilte Teile, hier insgesamt 3560, wobei diese Zahl nur relativ gebraucht wird; nicht die Anzahl der Pollenkörner ist entscheidend, sondern ihre <u>Verteilung im Profil</u>. Es kommen also in unserem Fall 3560 Teile auf 4410 Jahre (Ergebnis der C^{14}-Datierung zu Beginn der Moorentwicklung in 290cm Tiefe) und so auf jeden Teil 1,236 Jahre. Nun wurden die Pollendichtewerte jeder Profiltiefe mit der Zahl 1236 multipliziert, was die Anzahl der Jahre ergibt, die der Torf, in unserem Fall je 10cm, für sein Wachstum gebracht hat.

Die C^{14}-Datierung hat 1950 zum Ausgangspunkt. die oberen 15cm des Profiles wurden als rezent, in 15cm Tiefe das Jahr 1950 angenommen. (Hier gibt es kleine Unstimmigkeiten, weil die Methode erst ein paar Jahre nach der Profilentnah-

me und längere Zeit nach Bearbeitung des Profiles entwickelt wurde. Wie man sehen wird, wirken sich diese Ungenauigkeiten kaum aus). Von 1950 ausgehend wurden die für jede 10cm Tiefe eben errechneten Jahre laufend abgezogen. Man erhält so für jede 10cm Profil eine Jahreszahl des absoluten Zeitsystems, die dem ungefähren Zeitpunkt des Entstehens dieser Torflage entspricht. Durch richtiges Interpolieren (siehe Tab.1) oder durch graphische Darstellung kann man auf die Profillagen der vollen Jahrhunderte kommen, bzw. jede gewünschte Profillage datieren.

Die Berechnung ist so einfach, daß darauf verzichtet wurde, eine Formel aufzustellen. So werden auch Fehler vermieden, die durch Sonderfälle entstehen könnten und nur durch Durchdenken des Rechnungsganges erkannt werden können.

2.1. Fehlerquellen:

Für die Anwendung der Methode wurde vorausgesetzt, daß die Pollenproduktion und damit der Pollenniederschlag im Postglazial in bewaldeten Gebieten im langjährigen Mittel als konstant gelten darf. Dagegen gibt es einiges einzuwenden:

a) auf Klimaverschlechterung reagiert die Vegetation unmittelbar. Das heißt, bei Absinken der mittleren Jahrestemperatur und Zunahme der bewölkten Tage usw. nehmen die Häufigkeit der Blühjahre und die Pollenproduktion ab (vgl. WELTEN 1944, S.173). Die Baumverjüngung aber auch Vitalität und Alter der Individuen gehen zurück und als Folge davon wird der Wald lichter.

Im lichteren Kronendach können sich jedoch weniger Pollenkörner verfangen, ebenso kommen freistehende Individuen dann doch wieder früher und reichlicher zur Blüte als solche im optimal dichten Baumbestand. Pioniere wie *Pinus*, *Betula* und *Alnus*, Arten mit hoher Pollenproduktion, kommen auf.

b) Die während der intensiven Siedlungsperioden besonders im Mittelalter intensivierten Rodungstätigkeiten stellten Gewaltmaßnahmen dar, die einen Rückgang des Polleniederschlages und der Pollendichte in Torfen zur Folge gehabt haben müßten. Ein Ausgleich ist zwar vom Wechsel von der Buchendominanz vor dem Mittelalter zur Picea- und Pinusvorherrschaft ab dem 11. Jahrhundert n.Chr. z.B. auch im Gebiet Garanas zu erwarten. Fagus ist ein relativ schwacher Pollenlieferant, während Picea und Pinus eine hohe Pollenproduktion haben (FIRBAS 1949). Andererseits kann die Wirtschaftsform stark auf die Baumblüte der Wälder einwirken. So drückt nachgewiesenermaßen Niederwaldwirtschaft die Pollenerzeugung von Arten, die erst in höherem Alter blühen, deutlich herab (FIRBAS 1949, LÜDI 1944).

Zusammenfassend kann man zu diesen beiden Punkten sagen, daß sich Klimaverschlechterungen speziell im jüngeren Postglazial auf den Polleniederschlag wahrscheinlich weit weniger auswirken als die Rodungstätigkeit während der letzten tausend Jahre, sodaß es, wenn überhaupt, nur für diese Periode notwendig sein wird, eine Korrekturmöglichkeit zu finden. Die einzig objektive Korrektor ginge über Erfassung des absoluten Jahresniederschlages, so wie es WELTEN (1944) gelungen ist, Jahresschichtungen aus Seeablagerungen auf ihren Pollengehalt pro cm^2 zu untersuchen. Dies ist im Torf leider nicht möglich. Doch ist schließlich das Ergebnis entscheidend. Die Klimaänderungen, die sich in den Pollendiagrammen des Moores Garanas zeigen, stimmen zeitlich so gut mit absolut datierten Klimaverschlechterungsperioden (bzw. Gletschervorstößen) überein, daß sich meiner Meinung nach Schwankungen im Polleniederschlag während dieser Perioden in der Zeitberechnung nicht oder nur wenig auswirken.

c) Verschiedene Zersetzung innerhalb eines Profiles kann Ungenauigkeiten in den Ergebnissen hervorrufen. Ein etwa gleichmäßig guter Erhaltungszustand der Pollenkörner sollte gegeben sein. Dies ist bei Hochmoortorfen meist der Fall.

d) Fehler von C^{14}-Daten gehen natürlich in die Methode ein, sie werden jedoch in den jüngeren Schichten proportional kleiner (vgl.Rechnungsgang Kap.2 und Tab.2).

e) Nur von wenigen Mooren ist so wie vom Moor Garanas ein Schachtelprofil vorhanden. Pollendichtebestimmungen von Bohrprofilen, die mit der Dachnowskysonde gewonnen wurden, sind vermutlich nicht zu brauchen, weil bei der Sondenbohrung die Bohrkerne ungleichmäßig zusammengestaucht werden. Der Hiller'sche Kammerbohrer müßte sich zur Probenentnahme für Pollendichtebestimmungen eignen.

Es muß trotz der in diesem Fall ausgezeichneten Resultate berücksichtigt werden, daß man erst nach Anwendung an mehreren verschiedenartigen Profilen sagen kann, was diese Datierungsmethode tatsächlich vermag. Auf Schwierigkeiten, die sich praktisch ergeben könnten, muß man gefaßt sein.

2.2. Nachweis von Klimaschwankungen in Pollendiagrammen:

Es steht heute außer Zweifel, daß die Gletscherhochstände in der Vergangenheit mit Klimaschwankungen in Verbindung standen, die sich im gesamten Alpenraum bemerkbar machten (KRAL 1971), wenngleich Gletscherhochstände und Spitzen der Klimarückschläge nicht immer synchron verlaufen müssen (ZOLLER 1966; ZOLLNER 1954). Die Stärke und die Dauer der verschiedenen Klimaschwankungen war in den einzelnen Gebieten nicht gleich. Da die Vegetation ganz unmittelbar auf Klimaänderungen anspricht, muß es möglich sein, Stärke und Dauer der jeweiligen Periode, zumindest der kräftigen Klimaänderungen, an Pollendiagrammen abzulesen, vorausgesetzt, die Pollenanalyse wurde einwandfrei und sorgfältig durchgeführt. Hat man dann noch Zersetzungsgrad- und Pollendichtekurven zur Verfügung, kann auch über die Qualität des Klimas einiges ausgesagt werden.

Da normalerweise nur auffällige Erscheinungen in Pollendiagrammen wie z.B. Nichtbaumpollen- oder Grünerlen-Maxima in Profilen waldgrenznaher Moore (vgl.z.B.KRAL 1971; ZOLLER 1960, 1966; BORTENSCHLAGER 1969, u.a.) "klimaschwankungsverdächtig" sind, werden vor allem Profillagen dieser Art C^{14}-datiert. Sie gelten dann als in Pollendiagrammen nachgewiesene Klimarückschläge, während undeutlichere oder ungewöhnliche Merkmale meist zu unsicher sind oder leicht übersehen werden.

Ein Vorteil der Eingliederung eines Pollendiagrammes in das absolute Zeitsystem ist es auch, daß unauffällige oder außergewöhnliche Stellen im Diagramm "verdächtig" werden, wenn sie zeitlich mit schon absolut datierten Klimaschwankungen (Gletscherhochständen) zusammenfallen. Durch die vorgestellte Datierungsmethode wird der pollenanalytische Nachweis von Klimaänderungen während des Postglazials auch in Mooren möglich, die unterhalb der Waldgrenze liegen.

So wäre der Aussagewert der Pollendiagramme des Moores Garanas großteils verlorengegangen, hätte nicht die absolute Datierung von Diagramm GII es ermöglicht, seine Pollenkurven schon bekannten Klimaschwankungen eindeutig zuzuordnen.

Als Kriterien für klimatische Änderungen boten sich im Fall des 1300m hoch gelegenen Moores die Alnus incana-Kurve (der Alnus viridis-Typ kommt nur vereinzelt vor) und Schwankungen in den Kurven der waldbildenden Baumarten an. Pinus kommt außer während der Löbbenschwankung bis hinauf in die Periode X (FIRBAS 1949) in gleichmäßig geringen Prozentsätzen und hauptsächlich als Pinus sylvestris-Typ vor und war demnach als Kriterium nur stellenweise geeignet.

Ganz außergewöhnlich verhält sich die Kräuterpollenkurve. Eine Erweiterung des Areals für die Kräuter bei Klimaverschlechterung ist in dieser recht geringen Höhenlage nicht zu erwarten. Die Kräuterpollenkurve (Baumpollensumme =

100%!) macht auch, statt wie in Moorprofilen aus waldgrenznahen Lagen oder Regionen über der Waldgrenze bei Klimaverschlechterung anzusteigen, das Gegenteil: jeder Klimarückschlag zieht einen zwar schwachen aber deutlichen Rückgang der Kräuterpollenprozente nach sich (bis zum 9. Jahrhundert n.Chr.), was vermutlich durch abnehmende Blühfreudigkeit bei kürzer und kälter werdenden Vegetationsperioden bewirkt wird (vgl.Tafel 1).

Es fragt sich auch, wie es möglich ist, daß die Alnuskurve bei qualitativ so unterschiedlichen Klimaperioden wie der feuchtkalten Löbbenschwankung und der Trockenperiode während der Völkerwanderungszeit beide Male Gipfel bildet. Erklären kann man dieses Phänomen nur so, daß Alnus incana in seiner Blühfreudigkeit bezüglich klimatischer Einflüsse relativ stabil ist, stabiler jedenfalls als die Waldbäume und bei zurückgehendem Pollenniederschlag der anderen Baumarten prozentuell im Vorteil ist. Dies gilt, abgesehen davon, daß Alnus Pionier ist und bei abnehmendem Waldbestand die Möglichkeit hat, sich auszubreiten. Ebenso ist mit einer echten Zunahme von Alnus incana während feuchter Perioden zu rechnen.

3. Klimaschwankungen ab dem Subboreal, wie sie sich in den Pollendiagrammen des Moores Garanas ausdrücken

In Tafel 1 sind die Pollenkurven des Profiles II von allen waldbildenden Baumarten, von Alnus, Betula und den Kräutern der mit der eben dargestellten Methode gewonnenen absoluten Zeittabelle gegenübergestellt. Außer den Erlenmaxima bieten sich als Kriterien für Klimaverschlechterung die besonders bei cm 260 zurückgehenden Fagus-, Picea- und Abieswerte und die ansteigenden Pinuspollenprozente an. Ab dem 10.Jahrhundert n.Chr. sind die Baumpollenkurven weniger klar, die zeitliche Übereinstimmung der Erlenmaxima mit bekannten Klimarückschlägen scheint aber ebenfalls deutlich zu sein.

Tabelle 1

Profiltiefe cm	Pollendichtewerte	Anzahl d. Jahre, die auf die Profilabschnitte kommen (10 cm)	Anzahl d. Jahre (5 cm)	absolute Jahreszahlen
0				
10				
15				1950
20	10	12	6	1944
25			6	1938
30	120	148	74	1864
35			74	1790
40	40	49	24	1765
45			25	1740
50	52	64	32	1708
55			32	1676
60	35	43	21	1655
65			22	1633
70	73	90	45	1588
75			45	1543
80	78	96	48	1495
85			48	1447
90	104	129	64	1383
95			65	1318
100	81	100	50	1268
105			50	1218
110	66	82	41	1177
115			41	1136
120	72	89	44	1092
125			45	1047
130	146	180	90	957
135			90	867
140	70	87	43	824
145			44	780
150	138	171	85	695
155			86	609
160	261	323	162	447
165			161	285
170	336	415	207	77
175			208	131
180	82	101	50	181
185			51	232
190	95	117	58	290
195			59	349
200	39	48	24	373
205			24	397
210	136	168	84	481
215			84	565
220	179	221	110	675
225			111	786
230	130	161	80	866
235			81	947
240	119	147	73	1020
245			74	1094
250	130	161	81	1175
255			81	1256
260	291	360	180	1436
265			180	1616
270	216	267	133	1749
275			134	1883
280	277	342	171	2054
285			171	2225
290	184	227	113	2338
295			114	2452
300				

Jahreszahlen-Skala: 1900, 1800, 1700, 1600, 1500, 1400, 1300, 1200, 1100, 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500

Torfzuwachsrate pro Jahr mm: 0,7; 1,7; 1,7; 1,1; 0,9; 0,8; 1,0; 1,2; 0,8; 0,6; 0,95; 0,7; 0,57; 0,3; 0,3; 0,3; 0,25; 0,22; 0,22; 0,25; 0,73; 0,9; 1,4; 0,7; 0,6; 0,42; 0,35; 0,63; 0,65; 0,65; 0,6; 0,47; 0,3; 0,28; 0,25; 0,4; 0,3; 0,33; 0,28; 0,3; 0,3; 0,4; 0,4; 0,26

3.1. Die Löbbenschwankung:

Bei cm 260-255 wird ein Klimarückschlag durch starkes Ansteigen der Alnuspollenprozente von 5% auf beinahe 30%, Abfallen der Fagus- und Abieswerte, einen Knick in der Piceakurve und ansteigende Pinuswerte angezeigt; Carpinuspollen ist nur mehr vereinzelt zu finden. In der Pollendichtekurve kommt es hier zum zweithöchsten Wert innerhalb des Profiles (vgl.Tab.1).

Zeitlich beginnt diese Phase um 1550 v.Chr., erreicht ihre größte Auswirkung um 1400 und klingt zwischen dem 13. und 12. vorchristlichen Jahrhundert wieder aus. Sie fällt damit genau mit der "Löbbenschwankung" zusammen, von der C^{14}-Datierungen von 1580 v.Chr. aus der Venedigergruppe (BORTENSCHLAGER und PATZELT 1969) und 1200 v.Chr. (MAYR 1964) u.a. vorliegen. Nach BORTENSCHLAGER kann für die Löbbenschwankung der Zeitraum von 1500 bis 1300 v.Chr. als ziemlich gesichert gelten. Sie ist an vielen Gletschern der größte nachwärmezeitliche Hochstand (MAYR 1964).

3.2. Simming-Serie (MAYR 1968)
Göschener Kaltphasen (ZOLLER 1966)

Auf die Löbbenschwankung folgt eine um 1020 v.Chr.liegende und etwa 100 Jahre dauernde Klimabesserung (Phase 1; bei cm 240), die einen Anstieg der Buchen-, Fichten- und Tannenwerte und einen starken Abfall der Alnuswerte bewirkt.

Für die neuerlich einsetzende Klimaverschlechterung (Phase 2; cm 230) um 866 v.Chr., in ZOLLER (1966) Grünerlenmaximum um 880 v.Chr., in PORTER (1964, zit.in ZOLLER 1966) ein auf den höchsten Bergketten Alaskas um 865 v.Chr. stattgefundener Gletschervorstoß, finden sich hier nur schwache Anzeichen: leicht abfallende Faguspollenwerte und ein geringer Alnus- und Pinuspollenanstieg deuten diese Periode an.

Diese Phase 2 wird durch eine um 675 v.Chr.liegende Klimabesserung (Phase 3; cm 220) unterbrochen. Gletscherrückgang um 690 v.Chr. (in KRAL 1971).

Die Klimabesserung hält nicht lange an. Es.kommt zu zunehmender Klimaverschlechterung (Phase 4; cm 210), die um 481 v.Chr. ihren Höhepunkt erreicht. Als in diese Zeit fallende Gletschervorstöße kommen in Frage: 500-400 v.Chr., bzw. 400/500-1000 v.Chr., SENARCLENS-GRANCY (1958).

Nach der nun kurzen Erwärmung um 181 v.Chr. (Phase 5; bei cm 180) setzt eine länger dauernde Klimaverschlechterung ein (Phase 6; zwischen cm 172,5 und 160). Diese Periode beginnt etwa um das Jahr 100 v.Chr., endet um 650 n.Chr. und wird erst um 695 n.Chr. von etwas besserem Klima abgelöst (Phase 7; bei cm 150); schließlich geht dieses in das mittelalterliche Klimaoptimum über. (Eventuell deutet sich ein schwacher, kurzdauernder Klimarückschlag um 824 n.Chr. an; Phase 8; bei cm 140).

Nach dem pollenanalytischen Bild und den unterschiedlichen zeitlichen Angaben für Gletschervorstöße in dieser Zeit zu schließen, dürfte die Klimaverschlechterungs-Phase 6 keinesfalls von so einschneidender Wirkung gewesen sein wie die Löbbenschwankung. Tatsächlich dürften dieser Phase mindestens zwei Klimarückschlagsperioden angehört haben, die die Gletscher in den verschiedenen Gebieten unterschiedlich an- und abschwellen ließen. Das einheitliche Bild im Pollendiagramm wird durch das infolge sehr langsamen Torfwachstums zu dieser Zeit (vgl. Torfzuwachsrate Tab.1) gestauchte Profil verursacht (350 n.Chr.-550 n.Chr. Völkerwanderungszeit, Trockenzeit, vgl. WELTEN 1944). Ein Lupendiagramm könnte eventuell ein detaillierteres Bild ergeben.

Hinweise in der Literatur sind Gletschervorstöße einer aus den Stubaier Alpen mit einem C^{14}-Datum von 60 n.Chr. ± 120 (MAYR 1968, zit.in KRAL 1971), ein Vorstoß aus der Schweiz mit 350 bis 560 n.Chr. (ZOLLER 1966) und in den Ostalpen

zwischen 400 und 750 n.Chr. (MAYR 1964). Weiters sind Gletscherhochstände aus dem 5. bis 8. nachchristlichen Jahrhundert schon länger bekannt (KRAL 1971).

Diese Reihe von mehr oder weniger deutlichen Klimarückschlägen stimmt zeitlich mit den Göschener Kaltphasen (ZOLLER 1966) und der Simming-Serie (MAYR 1968) überein.

3.3. Vorstoß des Aletschgletschers um 1200 ± 70 n.Chr.

Um das Jahr 1268 (bei cm 100) kommt es zu einem deutlichen <u>Alnus</u>pollenanstieg, der mit einem in der Literatur um 1200 ± 70 n.Chr. angegebenem Vorstoß des Aletschgletschers (OESCHGER-RÖTHLISBERGER 1961) übereinstimmt. MAYR (1964) spricht von Gletscherhochständen im Zeitraum 1150-1250 (1300) n.Chr.

Die Torfzuwachsrate liegt in diesem Zeitraum relativ hoch und in den Baumpollenkurven, die allerdings durch die Siedlungswelle zu dieser Zeit an Aussagekraft sehr verlieren, finden sich kaum Hinweise für eine Klimaverschlechterung im Sinne einer Kälteperiode wie sie z.B.bei der Löbbenschwankung zu beobachten ist. Nach den moorkundlichen Ergebnissen zu schließen, dürfte es sich eher um eine Periode erhöhter Niederschläge handeln.

3.4. Gletscherhochstände im 17. Jahrhundert (KINZL 1932) u.a.

Die <u>Alnus</u>kurve erreicht ein weiteres Maximum (bei cm 60), dessen Jahreszahl im Pollendiagramm bei 1655 liegt. Da um 1640 die Gletscherstände in verschiedenen Gebieten die höchsten in diesem Jahrhundert waren, dürfte der <u>Alnus</u>gipfel die Klimaverhältnisse in der Mitte des 17. Jahrhunderts anzeigen. Nach PASCHINGER (1948) traten Jahresringgruppen, die einen Klimaverschlechterungs-Höhepunkt bedeuten, von 1645-1650 auf.

Die bedeutenden Gletschervorstöße der letzten Jahrhunderte sind auch zeitlich durch historische Belege gesichert.

3.5. Gletscherhochstände im 19. Jahrhundert (KINZL 1932, u.a.)

Die Torfzuwachsrate, die nach dem Mittelalter die höchsten Werte innerhalb des Profiles II erreicht, nimmt im 19. Jahrhundert wieder ab. Es darf hier vorsichtig auf eine klimatisch bedingte Abnahme der Stoffproduktion geschlossen werden.

Ein Alnusgipfel liegt bei der Jahreszahl 1865, also etwa in der Mitte zwischen dem Gletscherhöchststand um das Jahr 1850 und dem Gletschervorstoß im Jahre 1875. Das Erlenmaximum wird aber höchstwahrscheinlich im Zuge der besonders wirkungsvollen Klimaverschlechterung bis etwa 1850 entstanden sein. Außerdem kam es zwischen 1850 und 1890 zu einer etwas warmtrockenen Klimaschwankung (vgl. SENARCLENS-GRANCY 1958, S.267). Klimadepression nach PASCHINGER (1948) zwischen 1850 und 1855.

Zusammenfassung:

Es wird eine Methode entwickelt, mit der man mit Hilfe von Pollendichtewerten und einem C^{14}-Datum postglaziale Hochmoorprofile bzw. Torfprofile mit gleichmäßiger Pollenerhaltung in jeder Profillage absolut datieren kann. Die Möglichkeiten und Fehlerquellen werden aufgezeigt. Ein Profil des Moores Garanas (Koralpe, Steiermark) wird mit dieser Methode datiert. Die Schwankungen in den Pollenkurven werden als klimatisch bedingt erkannt. So können die Löbbenschwankung, die Simming-Serie bzw. die Göschener Kaltphasen und Gletschervorstöße im 13., 17. und 19. Jahrhundert n.Chr. pollenanalytisch belegt werden. Die mit der Methode datierten Erlenmaxima stimmen überraschend gut mit den C^{14}-Daten in der Literatur überein.

Literatur:

AARIO, L. (1940): Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. Ann.Acad.Sci.Fennicae Helsinki, Ser.A.III.54/8, 1-120.

BORTENSCHLAGER, S. und PATZELT, G. (1969): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2700m) der Venedigergruppe. Eiszeitalter und Gegenwart 20.

ERDTMAN, G. (1936): Neue pollenanalytische Untersuchungsmethoden. Ber.Deutsch.Bot.Ges.85/1-4.

FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd.I: Allgemeine Waldgeschichte. Fischer-Verlag, Jena.

KINZL, H. (1932): Die größten nacheiszeitlichen Gletschervorstöße in den Schweizer Alpen und in der Montblanc-Gruppe. Zeitschr.f.Gletscherkde.20/4/5.

KRAL, F. (1971): Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Veröff.Inst.Waldbau, Univ.Bodenkultur.

LÜDI, W. (1944): Die Waldgeschichte des südlichen Tessins seit dem Rückzug der Gletscher. Ber.Geobot.Forschungs-Inst.Rübel, Zürich 1943.

MAYR, F. (1964): Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Z.Geomorph.(N.F.) 8/3.

OESCHGER, H. und RÖTHLISBERGER, H. (1961): Datierung eines ehemaligen Standes des Aletschgletschers durch Radioaktivitätsmessung an Holzproben und Bemerkungen zu Holzfunden an weiteren Gletschern. Zeitschr.Gletscherkde. und Glazialgeolog.4/3.

OVERBECK, F. (1947): Studien zur Hochmoorentwicklung in Niedersachsen und die Bestimmung der Humifizierung bei stra-

tigraphisch-pollenanalytischen Mooruntersuchungen. Planta 35.

PASCHINGER, V. (1948): Pasterzenstudien. Carinthia II, Klagenfurt.

POST, v.L. (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité internat.Pédologie, 4, No22.

SENARCLENS-GRANCY, W. (1958): Zur Glazialgeologie des Ötztales und seiner Umgebung. Mitt.Geolog.Ges.Wien, 49.

TOLLNER, H. (1954): Die meteorologisch-klimatischen Ursachen der Gletscherschwankungen in den Ostalpen während der letzten zwei Jahrhunderte. Mitt.Geogr.Ges.Wien, 96/1-12.

WELTEN, M. (1944): Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. Veröff.Geobot.Inst.Rübel, 21..

WELTEN, M. (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. Veröff.Geobot.Inst.Rübel 26.

ZOLLER, H., SCHINDLER, C., RÖTHLISBERGER, H. (1966): Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. Verhandl.Naturforsch. Ges.Basel, 77/2.

Anschrift der Verfasserin: Friederike HOLZNER
Vereinsgasse 28/22
A-1020 Wien
Austria